LA INSTALACIÓN DE LAS CALDERAS A LEÑA

Cuando se instala una caldera a leña, se debe de tener en cuenta, **el local, la operación de la leña, como la extracción de la ceniza y la limpieza en general a que debe someterse cada tanto tiempo**.

La edificación, de techo liviano, alto y muy ventilada (natural y forzada en algunos casos dado los gases que puede perder la caldera que contienen "humos molestos" y **gases que pueden ser tóxicos**, como el monóxido de carbono, especialmente cuando corta por alta presión).

La operación de la leña, especialmente la **carga de la leña a la cámara de combustión** (sea "quema directa" o "quema por gasógeno), debe ser condicionada de tal manera que la carga se pueda hacer con el mínimo esfuerzo. Por lo que es aconsejable que **la leña llegue a la caldera por una zorra cuyo piso quede a la misma altura de la base del sistema de carga**, de manera que el operador solo haga un traslado de la leña casi "al mismo nivel", sin necesidad de gran esfuerzo. **Será conveniente que las zorras sean cargadas por personal ajeno a la caldera y que los operadores de la caldera, solo operen un "tractor" para el "arrimado" de la zorra a la plataforma de carga** (por lo general esto es mejor que un sistema de carga por cintas transportadoras).

La fosa (zona baja sobre la capilla o gasógeno) y la plataforma de carga, **debe tener una baranda de protección**, así como un piso "anti-derrapante" (de chapa).

En cuanto a sacar la ceniza, dependerá del tipo de caldera y hogar. Si es una caldera de "cierto" tamaño, conviene que tanto el hogar acuo-tubular o el gasógeno, tengan una "fosa" (pozo de hormigón armado) en que estos quepan con holgura, de manera de poder "caminar" en su entorno para hacer la limpieza y el mantenimiento (o reparación). La fosa, conviene que tenga caída hacia una zona en donde puede haber una cavidad de recolección de las aguas y dentro de dicha cavidad una bomba de vaciado (o un "eductor" a vapor) para extraer el agua con pequeños sólidos (ceniza y carbones).

La ceniza, si se extrae seca (como sucede mayormente) conviene que haya comodidad, tanto para su extracción (espacio para manejar las herramientas de extracción) y un elevador con ayuda de un "polipasto" mecánico o eléctrico (con un "medio tanque" o similar).

Este lugar debe ser ventilado, ya que podrá haber "brasas" encendidas o ceniza "volando", además disponer de una manguera con agua (con un puntero de "lluvia fina", para "apagar" y evitar que "vuele" la ceniza).

LA CIRCULACIÓN INTERNA DEL AGUA EN LAS CALDERAS A LEÑA.

Como sabemos, el agua en el interior de las calderas, deben tener buena circulación en las zonas de transferencia térmicas, de lo contrario hay recalentamiento locales que pueden "fatigar" el material y provocar la falla del mismo. **Pero además, en el caso de las calderas a leña, sea tanto de "quema directa" o gasógeno, el agua que circula por los mismo no solo deben provocar el enfriamiento de las superficies de transferencias, sino que deben de circular de tal manera que los tubos o envueltas que forman estos elementos no se "vacien" de agua** (es decir que su agua es expulsada (al producir un exceso de vapor por distintas causas), hacia la parte humo-tubular de la caldera, en un primer momento aumentando el nivel de la caldera, lo que no permite que la bomba de alimentación se ponga en marcha para alimentar de agua la caldera, en un siguiente momento, tanto en las capillas o gasógenos los mismos se llenan de agua y el nivel de la caldera baja excesivamente, no solo oscilando, sino que hasta puede provocar el fallo por bajo nivel, ya que la bomba

de alimentación no se dá abasto para recuperar el nivel en forma casi "instantánea").

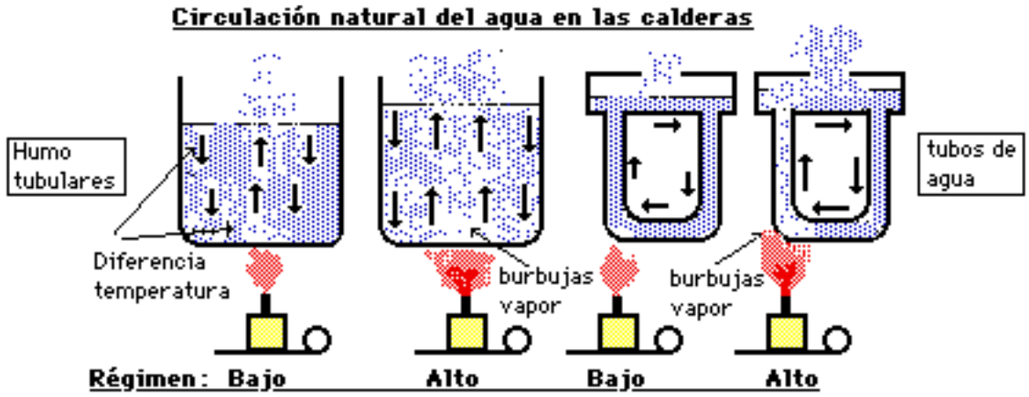
Considero que no hay nada más importante que la circulación interna del agua de la caldera, ya que es la responsable de mantener las superficies expuestas a la combustión y a los gases calientes que se mantenga a una temperatura segura que no afectara las condiciones físicas o químicas del material del recipiente a presión de una caldera. Quizás sea hasta más importante que la propia presión o hasta el nivel del agua, por tanto la presión como en nivel de agua son apreciables por medio del manómetros y de los niveles visuales, mientras que la circulación interna depende del diseño, del manejo y las condiciones químicas del agua, pero no es visible, solamente se sospecha de que algo anda mal cuando "oscilan los niveles".

Cuando en una caldera oscilan los niveles, inmediatamente hay que proceder a abrir la purga continua al máximo, bajar la producción de vapor y observar que los "fuegos" están conducidos correctamente (sin oscilaciones, o sea que no se produzca un efecto "ON-OFF", fuego máximo y mínimo alternados).

El agua al calentarse es más liviana (pesa menos por dm3)

Las burbujas de vapor aumentan la circulación

El exceso de vapor corta la circulación



Una circulación natural puede ser tan violenta que se interrumpa.

Peligra la circulación cuando hay:

Exceso de combustión o combustión inadecuada.

Exceso de sales, PH, alcalinidad, suspensión o elementos tensoactivos.

Cuando se baja la presión con la caldera en alto régimen.

Cuando hay depósitos de barros e incrustaciones.

Hay que pensar que cada 1 Kg. de agua (que ocupa un dm3. en una caldera que trabaja a 10 Kg/cm2, cuando se vaporiza ocupa 180 veces su volumen, y si la presión es más baja, el volumen que aumenta es mayor).

Este fenómeno físico de cambio de estado de líquido a vapor, que hace aumentar el volumen tan exageradamente, es el que nos hace oscilar los niveles en cualquier caldera cuando la marcha de la generación de vapor es máxima (es decir, siempre se forman burbujas de vapor en el seno del agua, que no sólo dependerá del régimen de marcha o la zona de transferencia de calor en su cuantía, sino que también depende de los valores químicos del agua (alcalinidad, PH, T.S.D., contaminaciones orgánicas, etc.).

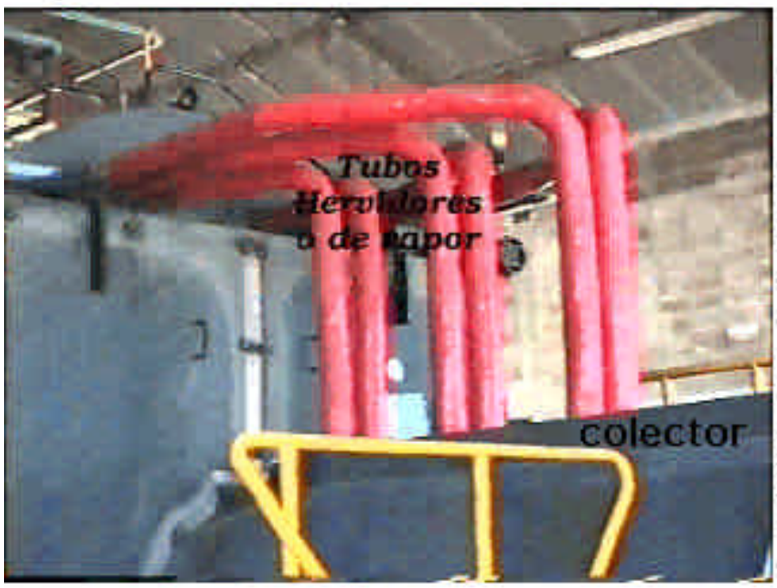
Si observamos una caldera a leña sea de quema directa o a gasógeno, este fenómeno se acentúa, debido a la pérdida de carga del vapor que se produce en

esta parte de la caldera y que es difícil de extraer a la cámara de vapor.

Por ello es muy importante que las capillas y los gasógenos, no pierdan la circulación de agua, para ello además de tener una circulación de agua cuyo retorno sea suficiente y por debajo del nivel normal de agua de la caldera y otros tubos superiores que separen el vapor al retornar este flujo de agua y vapor, y envien el vapor a la cámara de vapor.

Lamentablemente este problema muchas veces no es contemplado y no sólo se producen oscilaciones en los niveles (incluyendo cortes por bajo nivel), **sino que hemos detectado que en algunas calderas el vapor que sale por encima de las capillas o gasógenos es vapor sobrecalentado** (esto está indicando que la circulación de agua está "cortada" en la parte superior de la capilla o del gasógeno, lo que provoca que se recaliente en vapor que sale, además de las oscilaciones de nivel. Además, en lo que me es personal, creo muy inconveniente la presencia de vapor sobrecalentado entrando a la cámara de vapor y provocando fluctuaciones de temperatura en las envueltas, que sospecho son las que provocan fisuran en las soldaduras superiores de estas envueltas, como ha ocurrido en algunas de estas calderas (generalmente gasógenos). **Creo que para evitar esto, no solo hay que asegurar que no se "corte" la circulación de agua, la entrada del vapor debe ser longitudinal** (en el sentido del largo del cilindro de la cámara de vapor) **y no transversal** (que tiene más posibilidad de "distorsión" térmica.

TUBOS HERVIDORES DE "DESAHOGO" DE VAPOR EN CAPILLAS Y GASOGENOS



Un problema muy importante cuando se quema leña en "quema directa" o gasógenos es el evitar que las "capillas" de tubos o gasógenos se vacien de agua por efecto de la insuficiene descarga del vapor producido, que crea una pérdida de carga que no permite que baje el agua a las capillas o gasógenos. Oscila el nivel, hay cortes por bajo nivel, crea problemas de operación.

Las capillas de "quema directa" tienen colectores para la circulación del agua y vapor que salen de la capilla y tubos "hervidores" o de "desahogo" para el vapor que se separa en los colectores superiores. He visto en capillas de adaptación la insuficiencia de diámetros en colectores e insuficientes tubos "hervidores" que la capilla produce vapor sobrecalentado (lo que indica que la capilla está parcialemente vacía de agua).

Observar que la descarga de los gasogenos se encuentra casi por encima del nivel de agua normal de la caldera. Esto puede llegar a ser una "perdida de carga" adicional al escape de vapor que aumenta muchas veces más que el volumen de agua (a 10Kg/cm2 aumenta unas 180 veces). Descarga "transversal".

En el caso de los gasógenos, no he visto la separación del vapor generado del gasógeno del agua que circula en el gasógeno, es decir, vapor y agua deben descargar juntos, lo cual si la generación de vapor es muy elevada (o los límites químicos son muy elevados) **los tubos de retorno solo permiten el "desahogo" del vapor, cortando la circulación del agua** (lo que sobrecalienta el vapor que entra a la cámara de vapor).

CALDERAS A LEÑA MAL ADAPTADAS

Lamentablemente hay calderas adaptadas a leña (tanto de quema directa como de gasógeno) **que no se han respetado algunas normas básicas de circulación del agua en el interior de los elementos adaptados** (capillas, gasógenos y cámaras torsionales).

La capilla debe de descargar la parte superior por debajo del nivel normal del agua (colector) y tener tubos "hervidores" para la separación del vapor que descarguen en la cámara de vapor.
En estas condiciones de descarga, se corre el riesgo que la capilla produzca vapor sobrecalentado y que el "barro" incruste la capilla al no circular el agua como debe ser.

Estas calderas "mal adaptadas", generalmente son "oportunidades" que ponen en riesgo a las empresas y a las personas. Como se muestra más abajo, se ponen parrillas horizontales conectadas ambos colectores laterales, el agua prácticamente no circula y los barros que penetran se van "asentando" hasta tapar el tubo que termina quemándose con el riesgo de descargar la presión de agua y vapor sobre la "leña al rojo", provocando un "flash" muy violento que puede llegar

hasta "matar" al operador.

ZONA DE GRAN CALOR POR RADIACCION
CAMARA DE COMBUSTION
Menor zona de vapor
Formación vapor aislante
La pared del tubo se recalienta
Tubo grilla limpio
(buena circulación)
Tubo grilla con barros depositados
(Circulación muy pobre, recalentamiento)

Los tubos de parrillas horizontales no tienen buena circulación, están expuestos a que se tapen de barros y pueden "reventar" accidentando al foguista que carga la caldera por la puerta de carga abierta.

Para evitar el riesgo de descargar la caldera en la cámara de combustión, en algunas calderas se han puesto grillas de tubos por las que circula agua del tanque de alimentación por medio de una bomba de circulación (esto es una solución no demasiado segura, ya que en determinadas condiciones si el tubo "revienta" sobre la "leña al rojo" provoca vapor de "flash" y agua caliente que se puede proyectar sobre el operador)**. En realidad estas calderas debieran tener "parrillas secas" con grillas de fundición con buena superficie de enfriamiento como hemos mostrado en el módulo de parrillas.**

CALDERAS HUMO-TUBULARES ADAPTADAS QUEMANDO EN EL HOGAR

La combustión en baja tiene buen comportamiento, en alta se produce una mala combustión, ya que la llama "penetra" los tubos y se apaga.

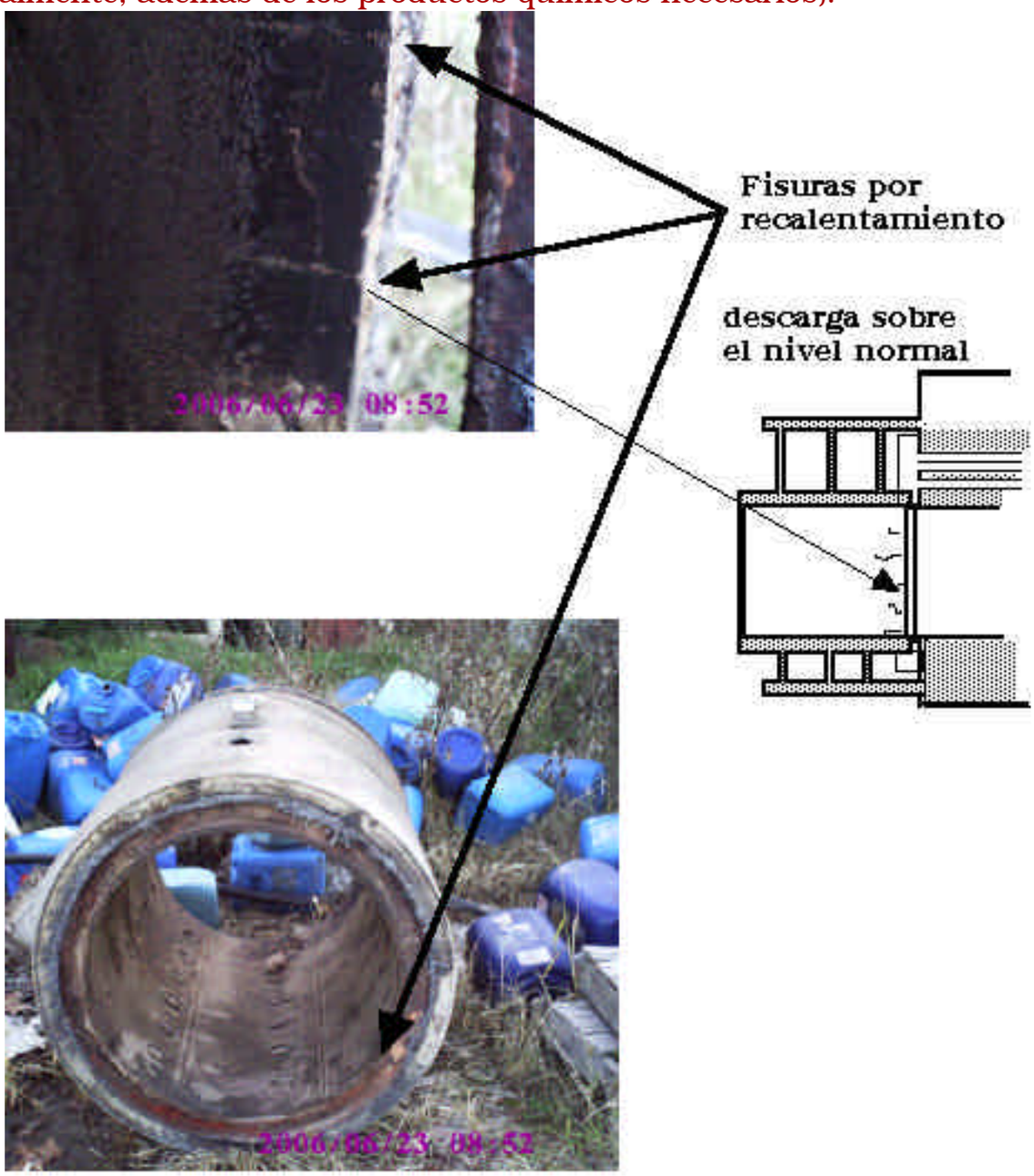
Pueden ser grillas "refrigeradas' con circulación externa a baja presión (con agua blanda).

Observar, que la carga de los rolos se hace sobre esta parrilla, lográndose una combustión "mediocre", pero que si la caldera trabaja a baja carga, es una adaptación que se usa (una caldera de unos 3.000 Kg/h puede dar unos 1.500 Kg/h de vapor con un bajo rendimiento), aunque el agua que circula debe ser agua "forzada", pero no de la propia caldera, sino del tanque de alimentación (agua blanda y preferiblemente tratada). Este sistema como dijimos expone al operador y su rendimiento no es bueno por provocar gases no quemados cuando la combustión está por encima del 50% de la capacidad (la llama llega al fondo del hogar y se apaga al penetrar los tubos).

GASOGENOS ADAPTADOS

Cuando se adapta a una caldera humo-tubular un gasógeno, se debe de considerar que la circulación del agua tanto del gasógeno como de la cámara torsional debe de ser buena (debe circular agua en todo el circuito y no sólo entrar agua y salir vapor, de lo contrario se provocar depósitos de barros e incrustaciones por la falta de circulación "franca" del agua de la caldera (el agua de la caldera al circular evita que la misma se concentren sus sales que terminan precipitando y además el agua circulando a velocidad provoca un "lavado" de las superficies (wash-out), muy importante en la calderas tubulares y también en las calderas humo-tubulares). **La la mala circulación, provoca el exceso de formación de vapor que en las paredes de cierto espesor no permiten su enfriamiento, provocando su fisura por "stress" térmico.**

El ejemplo inferior, deja en claro que no hay una comunicación directa entre la cámara torsional y el agua interna de la caldera, su circulación depende exclusivamente de un colector inferior de alimentación y una descarga superior de mezcla de agua y vapor (aquí queda claro dos errores, uno que la descarga está por encima del nivel del agua, debiera haber descarga de agua bajo el nivel de agua y descarga de agua y vapor sobre el nivel de agua, y además los colectores y tubos que los unen a la cámara torsional con el cuerpo deben de ser de la dimensión suficiente, además debe haber un purga en el colector inferior que se deberá accionar tantas veces que se pueda con el gasógeno a muy baja carga o prácticamente "cortado", además el tratamiento químico del agua debe ser sin "barros" o sea agua "blanda" o "desmineralizada" total o parcialmente, además de los productos químicos necesarios).



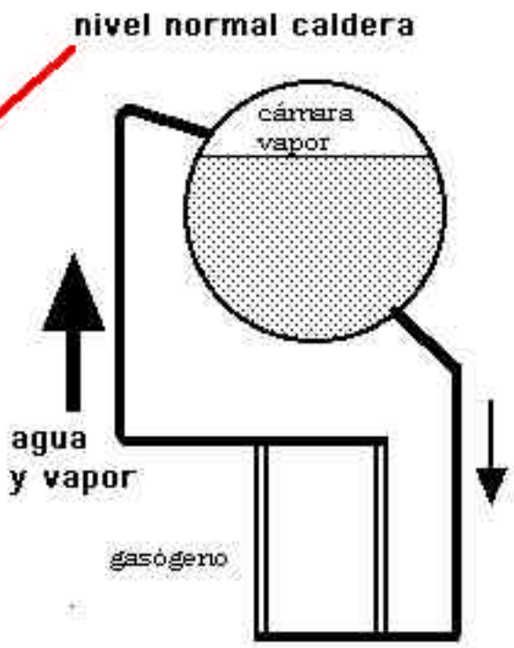
Lo mismo ocurre con el gasógeno cuando su retorno no es suficiente, la circulación del agua se corta por dos razones:

La primera una descarga de agua y vapor por encima del nivel normal del agua, lo que hace que los barros tiendan a separarse en el gasógeno, quedando en la parte inferior y provocando su incrustación, agravando el problema de circulación del agua.

Mi concepto es que el colector inferior del gasógeno debe tener buenas purgas, que deben ser accionadas frecuentemente con el gasógeno casi apagado o "apagado", pero con la presión normal de la caldera para poder "barrer" los barros. Es aconsejable al poner las purgas en los gasógenos, quitarles la "manija" a las válvulas o ponerles un "candado", para evitar que por error algún operador no entrenado lo suficiente pueda hacer una purga con el gasógeno generando a valores por encima del 10%).

En mis años de trabajo (47 años), he visto que el temor a purgar es una de las causas que terminan que los barros sean los que se acumulan y provocar una falla en el material por sobre-calentamiento, siendo esto un tema "grave" cuando el gasógeno está fabricado por envueltas y no por tubos, ya que la envuelta puede colapsar, provocando una violenta "explosión" que puede afectar al operador si este estuviera expuesto, por suerte en general la doble compuerta de carga es un sello de seguridad a estos eventos no deseados y la explosión hacia adentro del hogar de la caldera, con el agua y el "flash" descomprimiendo hacia la chimenea. **La segunda razón de la falla de la circulación es que la formación de vapor expande el volumen del agua muchas veces como vapor** (a 10 Kg/cm2 el agua se expande 180 veces su volumen como vapor), lo que provoca la pérdida de carga que dificulta la circulación de agua y vapor, lo que provoca el corte de la circulación del agua, cuando la carga de la caldera es alta en generación de vapor y además influenciada por los parámetros químicos del agua, especialmente si hay contaminaciones de orgánicos tensoactivos).

Para comprobar que la circulación está dificultosa, simplemente con medir la temperatura a la descarga del gasógeno o la capilla, si detecta un sobrecalentamiento del flujo de agua y vapor, es porque solo sale vapor y por lo tanto el gasógeno como la capilla en las calderas de "quema directa" indica que tenemos parcialmente llena de agua ambas zonas de intercambio (provocando con esto tanto el sobrecalentamiento como la acumulación de barros).



VARIACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA AL CONDUCIR LOS FUEGOS

La variación del nivel de agua de la caldera no solo depende del grado de vaporización o de las condiciones químicas del agua, sino que también en las calderas a leña con capillas o gasógenos responden a como se conducen los "fuegos". Una carga de leña alta en la capilla o el gasógeno, "anula" buena parte de la superficies de transferencias de la capilla o del gasógeno, lo que hace que no afecte demasiado el nivel de agua, pero si la conducción de los "fuegos" se hace con poca altura de la leña, casi toda las superficies de la capilla o gasógeno pasan a ser activas y pueden hacer subir el nivel del agua en el cuerpo humo-tubular (por la formación de burbujas grandes de vapor) para luego pasar a llenarse de agua en una segunda condición haciendo bajar el nivel del agua en el cuerpo humo-tubular de la caldera. Durante el período en que el nivel sube en la parte humo-tubular la bomba de alimentación no alimenta agua a la caldera, pero si se va como vapor buena parte del agua interna a pesar que el nivel está alto, lo que agravaba la situación al bajar abruptamente el nivel: la bomba de alimentación no alcanza en tiempo a cubrir la vaporización y la compensación del bajo nivel, lo que lleva a corte por bajo nivel de agua.

El efecto más notorio es cuando se manejan los "fuegos" en forma "ON-OFF" (todo o nada)**, es decir que la caldera es sometida al máximo de combustión** (que en leña puede ser más del 100% de la capacidad nominal, esto hace subir el nivel del agua) **y cuando se llega rápidamente a la presión máxima se cortan los aires y con ello la combustión casi totalmente** (en este momento no se generan burbujas grandes de vapor en las capillas o gasógenos, se llenan de agua de la parte humo-tubular haciendo bajar el nivel de la caldera, de tal manera puede hasta llegar la corte por bajo nivel). **Estos casos no son teóricos, ocurren en la realidad más a menudo de lo que parece, pero en general se culpa a otras razones y no a la combustión el efecto de oscilación de los niveles o los cortes por bajo nivel.**

Las calderas a leña, manuales o automáticas, deben ser manejadas sus combustiones lo más moduladas posibles, de manera de que la combustión se maneja "pareja" (cargando la caldera lo más continua posible, regulando los aires en forma que sus variaciones sean acompañando la generación o sea mantenimiento la presión los más constante posible).

Muchas veces he visto a empresas que tienen estos problemas y se las "agarran" con el sistema de regulación de alimentación (tanto los reguladores como las bombas, que nada tienen que ver en estos casos, ya que el problema es por otra razón).

Observar en la figura inferior, el caso de la altura de la leña en una capilla de combustión por "quema directa".

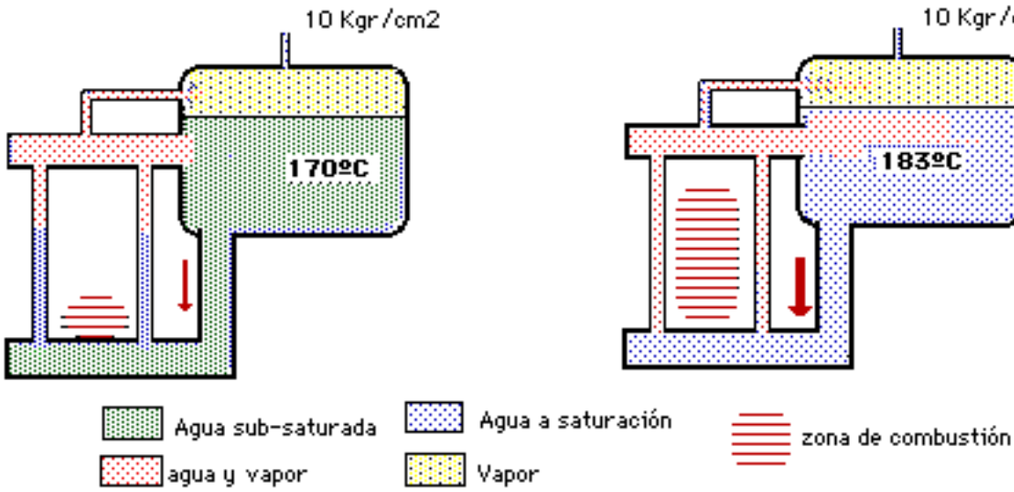
modulo 7

VARIACION DEL NIVEL DEL AGUA AL CONDUCIR LOS FUEGOS

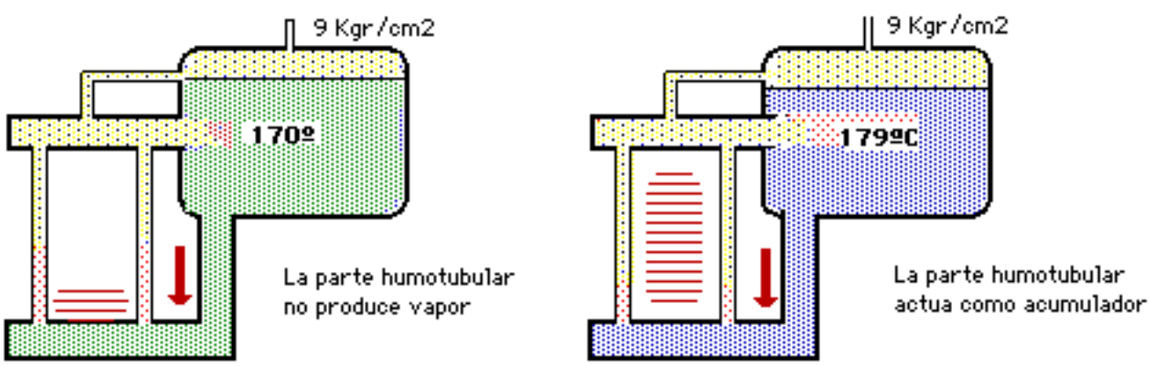
CALDERA CON FUEGO BAJO Y 50% CAPACIDAD

CALDERA CON FUEGO NORMAL

Marcha sin variaciones del consumo

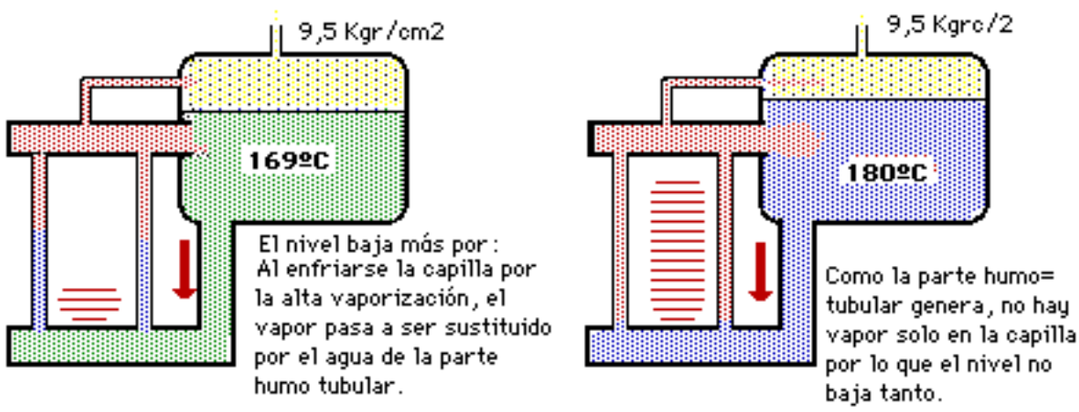


Aumento del consumo importante 1er. momento.



Sube el nivel mucho **sube el nivel algo**

Momentos después del aumento de consumo.


9,5 Kgr/cm2
169ºC
El nivel baja más por: Al enfriarse la capilla por la alta vaporización, el vapor pasa a ser sustituido por el agua de la parte humo tubular.
9,5 Kgrc/2
180ºC
Como la parte humo= tubular genera, no hay vapor solo en la capilla por lo que el nivel no baja tanto.

Este efecto de aumento y bajada súbita al haber un consumo importante se nota especialmente al tener el fuego muy bajo y con exceso de aire. Con la caldera nueva, la capilla está muy limpia, lo cual el efecto se nota más, a medida que se ensucia empieza a generar la otra parte o sea la parte humotubular.

Muchos problemas en el sistema de alimentación provienen de la regulación de la combustión.